



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09233137 A**

(43) Date of publication of application: 05 . 09 . 97

(51) Int. Cl. **H04L 27/144**(21) Application number: **08058521**

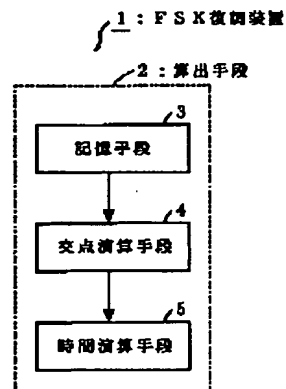
(22) Date of filing: 21 . 02 . 96

(71) Applicant: **TOYO COMMUN EQUIP CO LTD**(72) Inventor: **OGAWA YUKIO
TSUJI ICHIRO****(54) FSK DEMODULATOR AND FSK DEMODULATION METHOD****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately discriminate a mark and a space at a lower sampling frequency and to reduce distortion by calculating a time between zero cross points based on a value at a sampling point.

SOLUTION: A storage means 3 stores a sampling point period where a sign of a sampling value changes from a negative into a positive value (or vice versa) as a period where a zero cross point is in existence on a time base. A cross point arithmetic means 4 calculates a cross point between a line segment tying each sampling point at both ends of the stored sampling point period and the time base. Then a time arithmetic means 5 calculates a time from the sampling point by using the calculated cross point as a zero cross point. A calculation means of the FSK demodulator 1 is made up of the means 3, 4, 5 as above.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-233137

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 4 L 27/144

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 L 27/14

技術表示箇所

K

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-58521

(22) 出願日 平成8年(1996)2月21日

(71) 出願人 000003104

東洋通信機株式会社

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

(72) 発明者 小川 行雄

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

東洋通信機株式会社内

(72) 発明者 辻 一郎

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

東洋通信機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井上 俊夫

(54) 【発明の名称】 FSK復調装置及びFSK復調方法

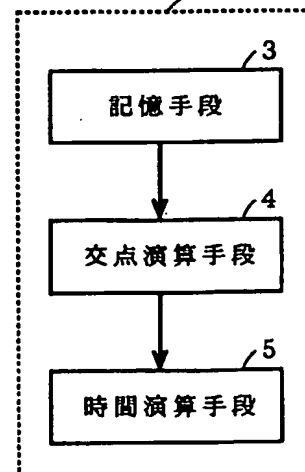
(57) 【要約】

【課題】 低いサンプリング周波数で、マーク、スペースを正確に判定し、かつ、歪みを低減するFSK復調装置を提供すること。

【解決手段】 FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段2を備えるFSK復調装置1であって、算出手段2は、サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶する記憶手段3と、記憶手段3により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点を結ぶ直線と時間軸との交点を演算する交点演算手段4と、交点演算手段4によって演算された交点位置をゼロクロス点として、サンプリング点からの時間を演算する時間演算手段5とを有するように構成する。

1 : FSK復調装置

2 : 算出手段



【特許請求の範囲】

【請求項1】 FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段を備えるFSK復調装置であって、

前記算出手段は、

サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶する記憶手段と、前記記憶手段により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点を結ぶ直線と時間軸との交点を演算する交点演算手段と、

前記交点演算手段によって演算された交点位置をゼロクロス点として、前記サンプリング点からの時間を演算する時間演算手段と、

を有することを特徴とするFSK復調装置。

【請求項2】 FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出するFSK復調方法であって、

サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶し、

このサンプリング点区間の両端の各サンプリング点を結ぶ直線と時間軸との交点を演算し、

演算された交点位置をゼロクロス点として、前記サンプリング点からの時間を演算することを特徴とするFSK復調方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、FSK (Frequency Shift Keying, 周波数変調方式) によるディジタル通信の分野に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、ディジタル変調方式としては、増幅器の非線形性の影響を受けにくいという特長から主にFSKが用いられており、このFSKは、増幅器の高効率性が必要とされる移動通信等にも適している。FSK信号を復調する場合、従来のゼロクロス方式では、中心周波数に対するマーク周波数及びスペース周波数に対し、所定のサンプリング周波数に基づいて決定される当該マーク及びスペースのサンプリング回数によって、マークとスペースとの判定を行っていた。

【0003】 具体的には、中心周波数を1500 [Hz] (周期は666.67 [μ sec])、マーク周波数を1530 [Hz] (周期は653.59 [μ sec])、スペース周波数を1470 [Hz] (周期は680.27 [μ sec])とし、サンプリング周波数を64 [kHz]とした場合、サンプリング周期は15.625 [μ sec]となるため、マークではサンプリング回数が約41.9回、スペースでは約43.5回となってマーク、スペースの判定をすることが可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来のFSK信号の復調にあっては、サンプリング周波数が低いとマークとスペースとの判定を行うことができないという問題点があった。すなわち、前述の例と同様に、中心周波数を1500 [Hz] (周期は666.67 [μ sec])、マーク周波数を1530 [Hz] (周期は653.59 [μ sec])、スペース周波数を1470 [Hz] (周期は680.27 [μ sec])とした場合、サンプリング周波数を64 [kHz]から16 [kHz]に下げると、サンプリング周期は62.5 [μ sec]となるため、マークではサンプリング回数が約10.5回、スペースでは約10.9回となってマーク、スペースの判定をすることができなくなってしまう。

【0005】 したがって、マーク、スペースの判定を行うためにはサンプリング周波数ある程度以上に設定することが必要となる。また、復調時の歪みを低減しようとする場合、さらにサンプリング周波数を上げる必要性が生じてくる。これらのことから、信号処理能力も大きくすることが要求され、結果として、回路のコストアップにつながるという問題点があった。

【0006】 本発明の課題は、上記問題点を解消し、低いサンプリング周波数で、マーク、スペースを正確に判定し、かつ、歪みを低減するFSK復調装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1記載のFSK復調装置は、FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段を備えるFSK復調装置であって、前記算出手段は、サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶する記憶手段と、前記記憶手段により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点を結ぶ直線と時間軸との交点を演算する交点演算手段と、前記交点演算手段によって演算された交点位置をゼロクロス点として、前記サンプリング点からの時間を演算する時間演算手段と、を有するように構成している。

【0008】 また、請求項2記載のFSK復調方法では、FSK信号を復調する際に、サンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出するFSK復調方法であって、サンプリング値の符号が負から正（または正から負）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶し、このサンプリング点区間の両端の各サンプリング点を結ぶ直線と時間軸との交点を演算し、演算された交点位置をゼロクロス点として、前記サンプリング点からの時間を演算するようにしている。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明のFSK復調装置の要部構成を示すブロック図である。FSK復調装置1は、サンプリング周波数によって決定されるサンプリング点の値に基づいてゼロクロス点間の時間を算出する算出手段2を有し、算出手段2は、図1に示すように、記憶手段3、交点演算手段4、時間演算手段5から構成されている。

【0010】記憶手段3は、測定波形の立ち上がり、つまり、サンプリング値の符号が負（マイナス）から正（プラス）に変化するサンプリング点区間を、時間軸上においてゼロクロス点の存在する区間として記憶するものである。交点演算手段4は、記憶手段3により記憶したサンプリング点区間の両端の各サンプリング点（点（ x_1, y_1 ）,（ x_2, y_2 ））を直線（ $y = ax + b$ ）上の点と仮定し、後述するように、この直線（ $y = ax + b$ ）が $y = 0$ （すなわち、 $ax + b = 0$ ）となる x の値から直線と時間軸との交点を演算する。

【0011】時間演算手段5は、交点演算手段4により求められた点（ $x, 0$ ）をゼロクロス点として、近傍のサンプリング点（点（ x_1, y_1 ））からの時間を演算するものである。なお、実際の算出手段2は、CPU、ROM、RAMから構成されており、これらCPU、ROM、RAMによって記憶手段3、交点演算手段4、時間演算手段5の各機能を実現している。

【0012】図2は、実際のFSK復調装置における機能ブロック図である。図2に示すように、実際のFSK復調装置1は、大別して、アナログ信号である受信信号をデジタル信号に変換するA/D変換器6と、必要な帯域の信号のみを抽出する受信フィルタ7と、入力信号のゼロクロス点を検出するゼロクロス点判定部8と、ゼロクロス点から周期を計算する周期計算部9と、求められた周期からマーク/スペースを判定するマーク/スペース判定部10との各機能ブロックから構成されている。

【0013】すなわち、上記記憶手段3、交点演算手段4、時間演算手段5を含む算出手段2の機能は、ゼロクロス点判定部8及び周期計算部9の各機能ブロックにより実現されている。

【0014】次に上述実施形態の作用について、図3及び図4を参照して説明する。図3は、測定波形に対するサンプリング点及びゼロクロス点を示す図であり、測定波形の立ち上がりのゼロクロス点から次の立ち上がりのゼロクロス点までの時間を計算することによってマーク及びスペースの判定を行う。すなわち、本発明のFSK復調装置1は、サンプリング周波数が低くて、サンプリング数が充分でない場合でもサンプリング点間の補間を行うことにより、マーク、スペースを正確に判定し、これによって歪みを低減するものである。

【0015】図4は、サンプリング点間の補間方法を説明するための図である。図4において、サンプリング周期を T_s 、時間軸 t 上におけるサンプリング点を0, A_1, A_2, A_3, A_4 、各サンプリング点0, A_1, A_3, A_4 におけるサンプリング値をそれぞれ X_1, X_2, X_3, X_4 、測定波形の立ち上がりのゼロクロス点から次の立ち上がりのゼロクロス点までの時間を A_5 とする。そして、サンプリング点（0）とサンプリング点（ A_1 ）との間のゼロクロス点を a_1 、サンプリング点（ A_3 ）とサンプリング点（ A_4 ）との間のゼロクロス点を a_2 として、各ゼロクロス点を補間を用いて求める。

【0016】図3より、測定波形の立ち上がりのゼロクロス点から次の立ち上がりのゼロクロス点までの時間 A_5 は、

$$A_5 = A_3 - 0 - a_1 + a_2$$

で表すことができる。ここで、サンプリング点間（0～ A_1 ）及び（ A_3 ～ A_4 ）をそれぞれ直線と考えると、 a_1 及び a_2 は、

$$a_1 = \{T_s / (X_2 - X_1)\} \times (-X_1)$$

$$a_2 = \{T_s / (X_4 - X_3)\} \times (-X_3)$$

で求めることができる。

【0017】以下、具体例として、従来のゼロクロス方式では、マーク、スペースの判定を行うことのできなかったサンプリング周波数16[kHz]の場合を例に採り説明する。サンプリング周波数が16[kHz]の場合、サンプリング周期 T_s は62.5[μsec]となる。ここで、測定波形のサンプリング点におけるサンプリング値 X_1, X_2, X_3, X_4 の値を $X_1 = -1, X_2 = +1.9, X_3 = -1.1, X_4 = +1.4$ とすると、

$$a_1 = \{62.5 / (1.9 + 1.5)\} \times (1.5) \approx 27.57 [\mu\text{sec}]$$

$$a_2 = \{62.5 / (1.4 + 1.1)\} \times (1.1) \approx 27.5 [\mu\text{sec}]$$

となる。したがって、求めるべき時間 A_5 は、 $A_5 = 250 - 62.5 - 27.57 + 27.5 = 187.43 [\mu\text{sec}]$ となる。

$$A_5 = 250 - 62.5 - 27.57 + 27.5 = 187.43 [\mu\text{sec}]$$

となる。

【0018】そして、中心周波数の周期を T_o とすると、（ $A_5 < T_o$ ）の場合にはスペース、（ $A_5 > T_o$ ）の場合にはマークとなる。すなわち、中心周波数が1500[Hz]の場合は、 $T_o = 666.67 [\mu\text{sec}]$ となるので、上記例では（ $A_5 < T_o$ ）となって測定波形はスペースであることがわかる。

【0019】以上説明したように、本発明では、サンプリング周波数が低い場合であっても、サンプリング点間の補間することで、ゼロクロス点の時間を求めることができ、入力周波数を判定することができる。これによって、信号処理能力を高めることなく、マーク及びスペース

スを正確に判断することができ、結果として、復調時の歪みを低減することができる。

【0020】

【発明の効果】本発明では、サンプリング周波数が低くてもゼロクロス点を正確に認識し、復調時の歪みを低減することができる。

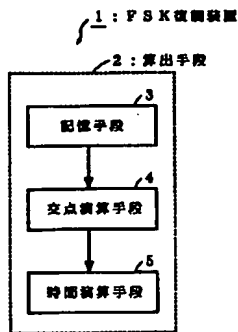
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のFSK復調装置の要部構成を示すブロック図。

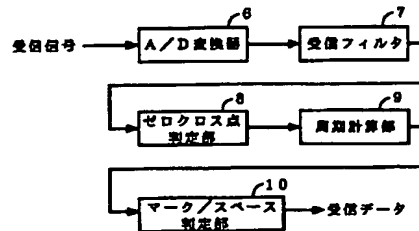
【図2】実際のFSK復調装置における機能ブロック図。

【図3】測定波形に対するサンプリング点及びゼロクロス点を示す図。

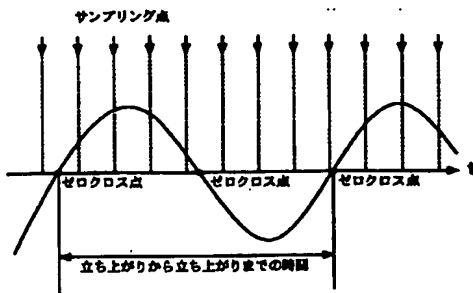
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】サンプリング点間の補間方法を説明するための図。

【符号の説明】

- 1 FSK復調装置
- 2 算出手段
- 3 記憶手段
- 4 交点演算手段
- 5 時間演算手段
- 6 A/D変換器
- 7 受信フィルタ
- 8 ゼロクロス点判定部
- 9 周期計算部
- 10 マーク/スペース判定部

【図4】

